

Краткое руководство по высокоточным измерительным приборам



Микроскопы

■ Числовая Апертура (NA)

Величина NA важна, так как она показывает разрешающую способность линзы объектива. Чем больше значение NA, тем мельче детали можно увидеть. Линза с большим значением NA также собирает больше светового излучения и обычно позволяет получить более яркое изображение с меньшей глубиной фокуса, чем линза с меньшим значением NA.

$$NA = n \cdot \sin\theta$$

Вышеуказанная формула показывает, что NA зависит от величины n, индекс преломления среды, располагающейся между передней частью объектива и образцом (для воздуха n=1.0), и углом θ , который является половинным углом максимального пучка световых лучей, который может войти в линзу.

■ Разрешающая способность (R)

Минимальное найденное расстояние между двумя точками изображения, представляющими предел разрешения. Разрешающая способность (R) определяется числовой апертурой (NA) и длиной волны (X) освещения.

$$R = \frac{\lambda}{2 \cdot NA} \text{ (мкм)}$$

$\lambda = 0.55 \text{ мкм}$ часто используется в качестве опорной длины волны

■ Рабочее расстояние (W.D.)

Расстояние между передним концом объектива микроскопа и поверхностью образца, при котором достигается более резкая фокусировка.

■ Парфокальное расстояние

Расстояние между положением установки объектива микроскопа и поверхностью рабочей детали, при котором достигается более резкая фокусировка. Линзы объектива, установленные в один и тот же револьвер, должны иметь одинаковое парфокальное расстояние, чтобы, когда будет использоваться другой объектив, требовалась бы минимальная перефокусировка.



■ Оптическая система с фокусировкой на бесконечность

Оптическая система, в которой объектив формирует изображение в бесконечности и линза трубки помещена в трубку корпуса между объективом и окуляром для получения промежуточного изображения. После прохождения через объектив луч света движется фактически параллельно оптической оси к линзе трубки, через то, что называется «пространством бесконечности» ('infinity space'), внутри которого можно расположить дополнительные компоненты дифференциального интерференционного контраста (DIC), такие как призмы, поляризаторы и др., с минимальным влиянием на фокус и абберационную коррекцию.



■ Ограниченная оптическая система

Оптическая система, которая использует объектив для формирования промежуточного изображения в ограниченной позиции. Свет, отраженный от поверхности рабочей детали, проходя через объектив, направлен к плоскости промежуточного изображения (расположенного спереди фокусной плоскости окуляра) и сходится в той плоскости.



■ Фокусная длина (f)

ед. изм.: мм

Расстояние от главной точки до фокусной точки линзы: если f_1 представляет собой фокусную длину объектива, а f_2 – фокусную длину линзы (трубки), формирующей изображение, тогда степень увеличения определяется отношением между двумя величинами. (В случае оптической системы с коррекцией в бесконечности.)

$$\text{Увеличение объектива} = \frac{\text{Фокальная длина линзы (трубки)}}{\text{Фокальная длина объектива}}$$

Пример: $1X = \frac{200}{200}$ Пример: $10X = \frac{200}{20}$

■ Фокусная точка

Лучи света, проходящие параллельно оптической оси системы сходящихся линз и проходящие через ту систему, сойдутся (или сфокусируются) в точке на оси, известной как точка заднего фокуса, или фокусная точка изображения.

■ Глубина фокуса (DOF)

ед. изм.: мм

Также известна как «глубина поля», это расстояние (измеряемое в направлении к оптической оси) между двумя плоскостями, которое определяет пределы допустимой резкости изображения, когда микроскоп сфокусирован на предмет. При увеличении числовой апертуры (NA), глубина фокуса уменьшается, как показано в нижеследующем выражении:

$$DOF = \frac{\lambda}{2 \cdot (NA)^2}$$

Пример: Для M Plan Apo 100X линз (NA = 0.7)

Глубина фокуса будет равна:

$$\frac{0.55 \text{ мкм}}{2 \times 0.7^2} = 0.6 \text{ мкм}$$

■ Освещение методом светлого поля и методом темного поля

При освещении методом светлого поля весь пучок света фокусируется объективом на поверхность образца. Это нормальный режим просмотра через оптический микроскоп. При освещении методом темного поля, внутренняя область светового пучка блокируется таким образом, что поверхность освещается только под углом. Освещение методом темного поля подходит для обнаружения царапин и загрязнений на поверхности.

■ Апохроматические и ахроматические объективы

Апохроматический объектив – это линза, настроенная на хроматическую абберацию (цветное пятно) в трех цветах (красный, синий, желтый). Ахроматический объектив – это линза, настроенная на хроматическую абберацию в двух цветах (красный, синий).